

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-148228

(43)Date of publication of application : 06.06.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G03F 7/20

G03F 9/00

G03F 9/02

(21)Application number : 07-322129

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 16.11.1995

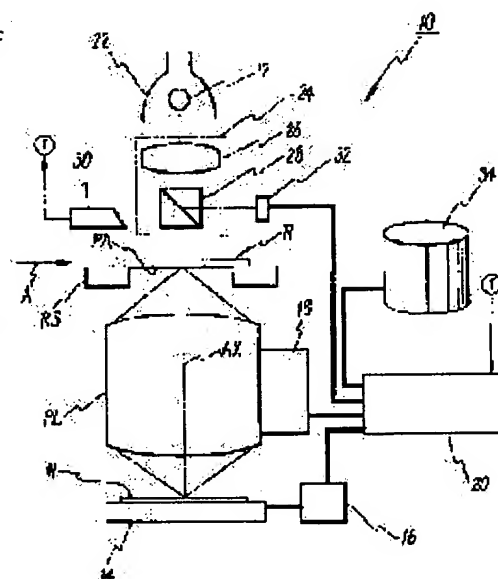
(72)Inventor : TANAKA YASUAKI

## (54) EXPOSURE DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve throughput and prevent the degradation of mask alignment accuracy due to the thermal deformation of a mask.

**SOLUTION:** A storage 34 stores physical properties (e.g. expansion coefficient) that affect the transmittivity of a pattern area PA of a reticle R. In a main control unit 20, identification information in the form of a bar code recorded on the reticle R for exposure is read by a reader 30, and the information about the expansion coefficient of the reticle corresponding to the identification information is retrieved from the storage 34. Based on the retrieved information and the measured quantity of exposure, the expansion of the reticle is calculated and the magnification of a projection lens PL is corrected by a magnification adjuster 18. According to this method, there is no need for measuring the transmissivity and the like for each replacement of reticles. Therefore, throughput is improved and the accuracy of alignment and line width is prevented from degrading.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the aligner which carries out imprint exposure of the pattern which illuminated the mask by exposure light and was formed in the mask on a sensitization substrate through a projection optical system. It is prepared in a field. the part on the actinometry machine which measures the quantity of light of the aforementioned exposure light irradiated by the aforementioned mask, and the; aforementioned mask -- The information Records Department where the identification information of the mask concerned was recorded, and a reading means to read the; aforementioned identification information; the image formation property of a storage means and the; aforementioned projection optical system that the information which includes at least the information on the physical quantity relevant to the permeability of the pattern space of two or more masks measured beforehand was memorized The information on the mask corresponding to the identification information read by the image formation property adjustment means and the; aforementioned reading means of adjusting is taken out from the aforementioned storage means. By the data-processing means and the; aforementioned data-processing means of calculating the amount of expansion of the mask concerned based on this taken-out information and the quantity of light measured with the aforementioned actinometry vessel The aligner which has the control means which control the aforementioned image formation property adjustment means so that the scale-factor change accompanying expansion of a mask is amended based on the calculated amount of expansion.

[Claim 2] Replace with the aforementioned data-processing means and the information on the mask corresponding to the identification information read by the aforementioned reading means is taken out from the aforementioned storage means. The 2nd data-processing means which calculates the amount of irradiation change of the image formation property of the aforementioned projection optical system based on this taken-out information and the quantity of light measured with the aforementioned actinometry vessel is established. The aligner according to claim 1 characterized by having replaced with the aforementioned control means and preparing the 2nd control means which control the aforementioned image formation property adjustment means so that the amount of irradiation change of the image formation property calculated by the data-processing means of the above 2nd is amended.

[Claim 3] The information on a mask that the aforementioned data-processing means corresponds to the identification information read by the aforementioned reading means is taken out from the aforementioned storage means. Based on this taken-out information and the quantity of light measured with the aforementioned actinometry vessel, the amount of expansion of the mask concerned and the amount of irradiation change of the image formation property of the aforementioned projection optical system are calculated. The aforementioned control means The aligner according to claim 1 characterized by controlling the aforementioned image formation property adjustment means so that irradiation change of the scale-factor change accompanying expansion of a mask, a scale factor, and a focus is amended based on the amount of expansion and the amount of irradiation change of the image formation property of the aforementioned projection optical system which were calculated by the aforementioned data-processing means.

[Claim 4] An aligner given in the claim 1 characterized by recording the information on the physical quantity relevant to the permeability of the pattern space of the mask concerned beforehand measured by the aforementioned information Records Department, or any 1 term of 3.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to an aligner and relates to the aligner used in more detail at the photolithography process for manufacture of a semiconductor integrated circuit or a liquid crystal display substrate.

[0002]

[Description of the Prior Art] At the photolithography process, the aligner which carries out imprint exposure of the circuit pattern of a mask (or reticle) on a sensitization substrate through a projection optical system is used. Conventionally, since the permeability of the square of a mask was high enough and absorption of a pattern portion was also small in this kind of aligner, the temperature change of the mask by absorbing exposure light was treated as what can be disregarded.

[0003] Then, it has been no longer the level which the temperature change of a mask itself can already disregard by becoming large by detailed-ization of the pattern by the degree-of-integration rise of a semiconductor by power-up of the exposure light accompanying that the dimensional change by expansion of a mask is becoming large relatively, and pursuit of a high throughput. That is, a pattern space is extended according to the thermal expansion of a mask, when piling up a many layers circuit pattern and exposing it, it piles up by heat deformation of a mask, and precision falls or that line breadth precision falls has posed a problem.

[0004] for this reason, recently, in advance of an exposure start, the permeability of a mask is measured, this measurement result is inputted into equipment for every degree of mask exchange, the abundance and the coefficient of thermal expansion of a pattern are calculated by computer in equipment, the amount of expansion of a mask is calculated based on this coefficient of thermal expansion and the irradiation quantity of light to a mask at the time of exposure, and the influence of this expansion is canceled -- as -- the scale factor of a projection optical system -- an amendment -- things are made

[0005] On the other hand, in this kind of equipment, beforehand, by experiment etc., it asked for the relation of change of an optical property (image formation property) called the change (focal change) of the image formation side position of a projection optical system and the change of a scale factor to the amount of transmitted lights, and the coefficient in a predetermined irradiation change model formula (a delay system is usually used temporarily) was determined. Moreover, the quantity of light irradiated from the light source to a mask before starting exposure where a mask is set in an aligner, and the quantity of light which penetrates a projection optical system were measured, respectively, and it was asking for the relation (both ratio). And the quantity of light (quantity of light which penetrates a mask) irradiated by the projection optical system based on the relation between the quantity of light irradiated to a mask and the quantity of light which penetrates a projection optical system from the aforementioned light source by carrying out the monitor of the quantity of light irradiated from the light source to a mask at the time of exposure is computed. this quantity of light -- using -- the above-mentioned irradiation change model formula -- following -- the amount of irradiation change of image formation properties (scale factor etc.) -- calculating -- this -- an amendment -- things were made

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] however, since measurement of permeability etc. was performed for every degree of exchange of a mask in order to prevent the fall of the superposition precision resulting from heat deformation of a mask etc., if it is in the conventional technology mentioned above, measurement of permeability took the time and there was un-arranging [ that the part throughput fell ] Moreover, since the operator had inputted this measurement result in the handicraft for every degree of exchange of a mask, there was also a possibility of causing a scale-factor error and poor superposition by input mistake.

[0007] Moreover, although changing lighting conditions according to the kind of circuit pattern on a mask is recently made from a viewpoint which raises resolution and the depth of focus If lighting conditions are changed, since the relation between the quantity of light irradiated by the mask and the quantity of light which penetrates a projection optical system will change from the light source, There was a trouble that the relation between the quantity of light irradiated by the mask from the light source according to the optimal lighting conditions for every exchange of a mask and the quantity of light which penetrates a projection optical system had to be remeasured.

[0008] Furthermore, for measurement of the amount of transmitted lights of a projection optical system, while the sensor was enlarged and reservation of an installation became difficult as expansion of the exposure field progressed since a sensor which covers the whole exposure field was needed, sensitivity dispersion within the field of a sensor became large, and there was also un-arranging [ that measurement precision fell ].

[0009] while the purpose can aim at [ this conventional technology has this invention to be able to aim at ] improvement in a throughput by having taken the example inconvenient and having been made, it is in offering the aligner which can prevent the fall which is the superposition precision resulting from heat deformation of a mask

[0010] moreover -- while another purpose of this invention can aim at improvement in a throughput -- highly precise -- the image formation property of a projection optical system -- an amendment -- it is in offering the aligner which can do things

[0011]

[Means for Solving the Problem] It is the aligner which carries out imprint exposure of the pattern which invention according to claim 1 illuminated the mask by exposure light, and was formed in the mask on a sensitization substrate through a projection optical system. It is prepared in a field. the part on the actinometry machine which measures the quantity of light of the aforementioned exposure light irradiated by the aforementioned mask, and the; aforementioned mask -- The information Records Department where the identification information of the mask concerned was recorded, and a reading means to read the; aforementioned identification information; the image formation property of a storage means and the; aforementioned projection optical system that the information which includes at least the information on the physical quantity relevant to the permeability of the pattern space of two or more masks measured beforehand was memorized The information on the mask corresponding to the identification information read by the image formation property adjustment means and the; aforementioned reading means of adjusting is taken out from the aforementioned storage means. By the data-processing means and the; aforementioned data-processing means of calculating the amount of expansion of the mask concerned based on this taken-out information and the quantity of light measured with the aforementioned actinometry vessel It has the control means which control the aforementioned image formation property adjustment means so that the scale-factor change accompanying expansion of a mask is amended based on the calculated amount of expansion.

[0012] According to this, the quantity of light of the exposure light which the identification information recorded on the information Records Department on a mask by the reading means is read, and is irradiated by the mask with an actinometry vessel is measured. With a data-processing means, the information on the mask corresponding to the identification information read by the reading means is taken out from a storage means, and the amount of expansion of the mask concerned is calculated based on this taken-out information and the quantity of light measured with the actinometry vessel. And it is at control means. An image formation property adjustment means is controlled so that the scale-factor change accompanying expansion of a mask is amended based on the amount of expansion calculated by the data-processing means. The scale-factor change accompanying expansion of a mask is amended by the image formation property adjustment means by this.

[0013] Thus, according to this invention, measure beforehand the information which includes the information on the physical quantity relevant to the permeability of the pattern space of a mask at least, and it is memorized. The identification information recorded on the information Records Department on the mask used for exposure at the time of exposure is read. The information on the physical quantity relevant to the permeability of the pattern space of the mask corresponding to this identification information is taken out from a storage means. Since the amount of expansion of a mask was calculated based on this information and the quantity of light of the measured exposure light, while it becomes unnecessary to measure permeability etc. for every degree of exchange of a mask and the part throughput improves the scale-factor change accompanying expansion of a mask based on the amount of expansion of the calculated mask -- an amendment -- since it was made like, the fall of superposition precision or line breadth precision is prevented

[0014] Invention according to claim 2 is replaced with the aforementioned data-processing means in an aligner according to claim 1. The information on the mask corresponding to the identification information read by the aforementioned reading means is taken out from the aforementioned storage means. The 2nd data-processing means which calculates the amount of irradiation change of the image formation property of the aforementioned projection

optical system based on this taken-out information and the quantity of light measured with the aforementioned actinometry vessel is established. It is characterized by having replaced with the aforementioned control means and preparing the 2nd control means which control the aforementioned image formation property adjustment means so that the amount of irradiation change of the image formation property calculated by the data-processing means of the above 2nd is amended.

[0015] According to this, with the 2nd data-processing means, the information on the mask corresponding to the identification information read by the reading means (information on the physical quantity relevant to permeability) is taken out from a storage means, and the amount of irradiation change of the image formation property of the aforementioned projection optical system is calculated based on this taken-out information and the quantity of light measured with the actinometry vessel. And the aforementioned image formation property adjustment means is controlled by the 2nd control means so that the amount of irradiation change of the image formation property calculated by the data-processing means is amended. The amount of irradiation change of an image formation property is amended by the image formation property adjustment means by this.

[0016] therefore -- while it becomes unnecessary to measure permeability etc. for every degree of exchange of a mask and the part throughput improves like invention according to claim 1 -- the result of an operation -- responding -- the amount of irradiation change of an image formation property -- an amendment -- an image formation property is amended with high precision from having made it like Moreover, since permeability etc. is measured beforehand, the sensor for this measurement becomes unnecessary and can simplify an equipment configuration.

[0017] Invention according to claim 3 is set to an aligner according to claim 1. the aforementioned data-processing means The information on the mask applicable to the identification information read by the aforementioned reading means is taken out from the aforementioned storage means. Based on this taken-out information and the quantity of light measured with the aforementioned actinometry vessel, the amount of expansion of the mask concerned and the amount of irradiation change of the image formation property of the aforementioned projection optical system are calculated. It is characterized by controlling the aforementioned image formation property adjustment means so that irradiation change of the scale-factor change accompanying expansion of a mask, a scale factor, and a focus is amended based on the amount of expansion and the amount of irradiation change of the image formation property of the aforementioned projection optical system which the aforementioned control means calculated by the aforementioned data-processing means.

[0018] While according to this the need of measuring permeability etc. for every degree of exchange of a mask becomes like invention according to claim 1 and the part throughput improves irradiation change of the scale-factor change accompanying expansion of a mask based on the amount of expansion of a mask and the amount of irradiation change of the image formation property of a projection optical system which were calculated, a scale factor, and a focus -- an amendment -- from having made it like While the fall of superposition precision or line breadth precision is prevented, a scale factor and a focus are amended with high precision.

[0019] Invention according to claim 4 is characterized by recording the information on the physical quantity relevant to the permeability of the pattern space of the mask concerned measured beforehand at the aforementioned information Records Department in the aligner of a publication on the claim 1 or any 1 term of 3.

[0020] Since the information on the physical quantity relevant to the permeability of the pattern space of the mask concerned beforehand measured by the information Records Department by the reading means can be read directly according to this, a storage means becomes unnecessary and an equipment configuration is simplified. In this case, as for the information Records Department, it is desirable for many information to be recordable on the field of the small area on a mask, and it is desirable to constitute the information Records Department from this point by the magnetic-recording medium, the magneto-optic-recording medium, etc.

[0021]

[Example] Hereafter, one example of this invention is explained based on drawing 1 .

[0022] The composition of the aligner 10 of the step-and-repeat method concerning one example is roughly shown in drawing 1 . The illumination system in which this aligner 10 contains the light source 12, and the reticle stage RS in which the reticle R as a mask is laid The projection optical system PL which carries out projection exposure of the circuit pattern of the pattern side PA of Reticle R for a predetermined reduction scale factor on the wafer W as a sensitization substrate It has the wafer stage 14 in which Wafer W was carried, the drive system 16 of the wafer stage 14, the scale-factor adjustment mechanism 18 in which the scale factor of a projection optical system PL is adjusted, and the main control unit 20 that controls the whole equipment including a drive system 16 and scale-factor adjustment mechanism 18 grade in generalization.

[0023] The aforementioned illumination system is equipped with the light source 12 which consists of a mercury lamp, and the ellipse mirror 22 and the lighting optical system 24. Although the lighting optical system 24 is constituted

including a single lens 26 and a single beam splitter 28 drawing, these lenses are typically shown by the lens 26 drawing in fact including various lenses, such as a fly eye lens, a relay lens, and a condensing lens. In addition, it has the non-illustrated shutter, the field diaphragm, the blind, etc. Therefore, after being condensed by the secondary focus in the ellipse mirror 22, while passing along the lighting optical system 24, reduction-ization of uniform-izing of the flux of light and a speckle etc. is performed, and the exposure light emitted from the light source 12 illuminates pattern space PA of Reticle R as a lighting light.

[0024] The beam splitter 28 is arranged in fact between the interior of the lighting optical system 26, for example, a non-illustrated shutter and a fly eye lens, and the quantity of light of a part of exposure light taken out by this beam splitter 28 is detected by the photodetector 32 as an actinometry machine. The detection value of this photodetector 32 is inputted into a main control unit 20, and is made into the foundation of calculation of the amount of expansion of Reticle R mentioned later, and the amount of change of the image formation property of a projection optical system PL.

[0025] A reticle stage RS is constituted by the non-illustrated drive system possible [ jogging ] in the level surface, and Reticle R is held on this reticle stage RS. The information Records Department where the identification information of the reticle R concerned which the circuit pattern is drawn and is not illustrated out of the pattern space of the pattern side PA of this reticle R and the field of an opposite side was recorded, for example, a bar code, is established in the pattern side PA of Reticle R.

[0026] As the bar code reader 30 as a reading means which reads the aforementioned identification information is arranged and Reticle R is shown to the conveyance on the street of Reticle R by Arrow A from a non-illustrated reticle cassette, while being conveyed on a reticle stage RS corresponding to this, the information on a bar code established by the bar code reader 30 on Reticle R is read. And the identification information of this read reticle R is inputted into a main control unit 20.

[0027] The aforementioned projection optical system PL is equipped with the lens-barrel holding two or more lens elements (neither is illustrated) arranged at intervals of predetermined along the optical-axis AX direction concerned which carries out an optical axis AX in common, and these lens elements.

[0028] By changing the pressure of the sealed cabin between lens elements in the predetermined position which constitutes a projection optical system PL, the aforementioned scale-factor adjustment mechanism 18 changes the refractive index of an airtight indoor gas, and adjusts the scale factor of a projection optical system PL. The sealed cabin where a pressure is adjusted according to this scale-factor adjustment mechanism 18 is prepared between [ of reticle approach with the large influence on a scale factor ] lens elements compared with other lens elements.

[0029] While driving the wafer stage 14 in the two-dimensional direction in the level surface, the minute drive of it is carried out by the drive system 16 in the optical-axis AX direction. The position of the two-dimensional direction of the wafer stage 14 is always measured by the non-illustrated laser interferometer, and the monitor of the output of this laser interferometer is carried out by the main control unit 20.

[0030] A main control unit consists of the microcomputer (or minicomputer) containing CPU, ROM, RAM, etc., and the disk unit 34 as a storage means is connected to this main control unit 20. The information following at least is memorized in this disk unit 34 (storing).

[0031] \*\* The data table which consists of the average permeability of the circuit pattern space of two or more reticles R beforehand measured with non-illustrated reticle test equipment, the expansion coefficient to the integration value of the irradiation quantity of light which is the physical quantity relevant to this average permeability, and the reticle identification information (for example, identification number) corresponding to these.

[0032] Here, as for the expansion coefficient to the integration value of the irradiation quantity of light, it is strictly desirable to actually measure the irradiation quantity of light under lighting conditions almost equal to the time of actual exposure, the rate of change for a time of reticle temperature, and the rate of change for a time of the reticle temperature at the time of stopping irradiation and the expansion coefficient of the reticle by these temperature changes, and to ask for them beforehand.

[0033] Moreover, although changing the lighting conditions of an aligner according to the kind of pattern on a reticle is performed recently, it is desirable to measure on the lighting conditions doubled with the time of actual exposure on the occasion of permeability measurement.

[0034] \*\* The formula of the scale factor of the projection optical system PL beforehand called for by experiment, the scale factor defined based on the irradiation change property of a focus, and the amount of irradiation change of a focus (naturally the irradiation quantity of light is contained in this formula as a parameter).

[0035] Next, amendment operation of the image formation property at the time of exposure by the aligner 10 of this example constituted as mentioned above is explained.

[0036] Here, the optical-axis AX direction position of the wafer stage 14 shall be set as the position used as the criteria



of focal amendment as a premise.

[0037] While passing along the lighting optical system 24, the part is divided by the beam splitter 28, incidence of the light irradiated from the light source 12 is carried out to a photodetector 32, and the remainder is irradiated by Reticle R. The quantity of light value detected with the photodetector 32 is inputted into a main control unit 20. Here, when exposure is started, the identification information of the reticle R laid on the reticle stage RS is already read by the bar code reader 30, and this read identification information (for example, identification number) is already stored in RAM of a main control unit 20.

[0038] Within [ CPU ] a main control unit 20, the quantity of light actually irradiated by Reticle R is calculated based on the output of a photodetector 32, and the split ratio of the known beam splitter 28. Moreover, within [ CPU ] a main control unit 20, the information on an expansion coefficient over the integration value of the irradiation quantity of light from the data table memorized in the disk unit 34 to the reticle corresponding to the identification information in RAM and the information on average permeability are read. And based on the expansion coefficient to the integration value of the quantity of light irradiated by the above-mentioned reticle R and the read irradiation quantity of light, the amount of expansion of the reticle R in the time is calculated, and it asks for the ratio to a design value. The inverse number of this value is determined as 1st amount of scale-factor amendments of a projection optical system PL.

[0039] Moreover, within [ CPU ] a main control unit 20, the amount of incident lights to a projection optical system PL is calculated based on the quantity of light which was calculated in the top and which is irradiated by Reticle R in fact, and the read average permeability. Next, based on the formula of the aforementioned scale factor and the amount of irradiation change of a focus, a scale factor and the amount of irradiation change of a focus are calculated using this amount of incident lights, and the 2nd amount of scale-factor amendments of an amendment sake and the amount of amendments of a focus are calculated for these.

[0040] And within [ CPU ] a main control unit 20, the sum of the 1st amount of scale-factor amendments and the 2nd amount of scale-factor amendments is given to the scale-factor adjustment mechanism 18 as an instruction value. Thereby, amendment is carried out for the scale factor of a projection optical system PL by the scale-factor adjustment mechanism 18, and both the influences of the irradiation change by the influence and the projection optical system PL of expansion of Reticle R absorbing exposure light are canceled. Moreover, within [ CPU ] a main control unit 20, the above-mentioned amount of focal amendments is given to a drive system 16. Thereby, the wafer stage 14 drives in the optical-axis AX direction, and irradiation change of a focus is amended by the drive system 16.

[0041] In this example, a data-processing means and control means are realized by the function of a main control unit 20 so that clearly from old explanation. Moreover, the scale-factor adjustment means which is a kind of an image formation property adjustment means is constituted by a scale-factor adjustment mechanism and the sealed cabin between lens elements (illustration ellipsis) where the internal pressure is adjusted by this, and the focal adjustment means which is a kind of an image formation property adjustment means is constituted by the drive system 16 and the wafer stage 14 where the direction position of an optical axis is controlled by this.

[0042] As explained above, according to this example, measure the expansion coefficient of Reticle R, and permeability beforehand, and it memorizes to the disk unit 34. The identification information (bar code) of the reticle R concerned prepared in the reticle R used at the time of exposure is read. The expansion coefficient of the reticle corresponding to the identification information read out of the information memorized in the disk unit 34, The amount of amendments of the scale factor by expansion of a reticle, the scale factor by a projection optical system PL absorbing exposure light, and the amount of amendments of a focus are computed by taking out permeability, and it is based on these calculation results. under an amendment a scale factor and a focus It becomes unnecessary to perform measurement of the expansion coefficient of a reticle, and permeability for every degree of reticle exchange, and improvement in the part throughput can be aimed at. Moreover, whenever it exchanges reticles, it is not necessary to input data, such as permeability, in a handicraft, and the abnormalities of amendment by the incorrect input are not produced, either. Moreover, while being able to measure the expansion coefficient of a reticle, and permeability precisely with the reticle test equipment besides an aligner, not forming the sensor for measurement for every aligner and being able to attain simplification of an equipment configuration, influence of sensitivity dispersion of a sensor can be lessened. Furthermore, since amendment of the scale-factor change resulting from expansion of Reticle R is performed, the fall of the superposition precision resulting from expansion of Reticle R etc. can be prevented, and the exposure which amended the scale factor by irradiation change of a projection optical system and the focus with high precision is attained.

[0043] In addition, although the case where also measured beforehand the expansion coefficient to the integration value of the irradiation quantity of light, and it memorized in a disk unit 34 by making these into basic data besides the permeability of the pattern space of Reticle R in the above-mentioned example was illustrated Since there is no big trouble, and an abundance will be called for by the operation if permeability is known even if it thinks that the

expansion coefficient of a reticle is proportional to the abundance of the pattern in a pattern space, it is not necessary to necessarily hold an expansion coefficient and permeability as basic data beforehand. That is, if one of the physical quantity relevant to permeability or this is beforehand calculated by experiment etc. and this is held as basic data, it will be because it is possible to ask for both permeability and expansion coefficient according to an operation.

[0044] Moreover, in the above-mentioned example, although the amendment case was illustrated also for image formation properties, such as a scale factor by a projection optical system PL absorbing exposure light with amendment of the scale factor accompanying expansion of a reticle, and a focus, this invention is not limited to this and may be made to perform only amendment of the scale factor accompanying expansion of a reticle. Even if it is this case, the fall of the superposition precision resulting from expansion of a reticle can be prevented. Or it is good as for a method of an amendment only in image formation properties, such as a scale factor by a projection optical system PL absorbing exposure light, and a focus. In this case, a main control unit 20 takes out the information on the reticle corresponding to the identification information read by the reading means from a disk unit 34. The 2nd data-processing means which calculates the amount of irradiation change of the image formation property of a projection optical system PL according to this information and irradiation quantity of light that were taken out, and the 2nd control means which control the scale-factor adjustment mechanism 18 and a drive system 16 so that this calculated amount of irradiation change of an image formation property is amended will be constituted.

[0045] In addition, in the above-mentioned example, the bar code as the information Records Department where the identification information of a reticle was recorded on Reticle R is prepared. Although the case where read the identification information of a reticle by reading this bar code, took out information, such as permeability of the reticle corresponding to this identification information, from the inside of a disk unit 34, and predetermined operation and processing were performed was illustrated For example, if the information Records Department on Reticle R is formed for example, by the magnetic-recording medium Or it becomes possible to replace with this and to record the physical quantity relevant to the permeability of a pattern directly. this information Records Department -- the identification information of a reticle -- If the physical quantity relevant to the permeability of this pattern is read and it is made to read by the magnetic head as a means, the storage means of disk unit 34 grade will become unnecessary.

[0046] Moreover, although the case where one set of an aligner held one disk unit as a storage means was illustrated, you may make it two or more sets of aligners share storage meanses, such as one set of a disk unit etc., between the above-mentioned example.

[0047] Furthermore, although it explained that it was desirable to measure on the lighting conditions doubled with the time of actual exposure in the above-mentioned example on the occasion of permeability measurement The exposure conditions in the case of this permeability measurement are also made to memorize as information on each reticle in a disk unit, when the information on the reticle which corresponds based on identification information is read, the information on this exposure condition is also read collectively, and you may make it use this for a change setup of exposure conditions.

[0048] In addition, although illustrated in the above-mentioned example about the aligner of the step-and-repeat method with which this invention was applied, the scope of this invention is not limited to this, and this invention can be applied also to scanned type aligners, such as the so-called step and a scanning (slit scan) method. Although it is also possible to adopt the average permeability of a circuit pattern space like the above-mentioned example when applying this invention to the aligner of this step and a scanning method, since permeability may change with arrangement of a pattern with the scan of a reticle when amending an image formation property to high degree of accuracy more, it is desirable to adopt the permeability as a function of a reticle position.

[0049] Thus, although it is necessary to record permeability with the position and this measurement takes time, moving a reticle one by one in treating permeability as a function of a reticle position by the step and the scanning method By measuring permeability etc. out of an aligner beforehand and memorizing in memory, the effect of this invention which is going to omit this measurement and is going to raise the part throughput at the time of exposure becomes still larger by the case of a slit scan method.

[0050] Since the whole surface of a reticle is simultaneously irradiated by exposure light, in a package aligner like the above-mentioned example, by treating the whole with a uniform expansion coefficient and changing the scale factor of a projection optical system moreover, an amendment In order for a part of reticle to receive irradiation one by one in the aligner of a step and a scanning method, as for an expansion coefficient, it is desirable to make it the function of a reticle position. in this case While changing the scale factor of a projection optical system according to a reticle position, the amendment technique can adopt the influence of the dimensional change of a reticle by changing the relative scan speed of a reticle and a sensitization substrate according to the scale factor at that time.

[0051]

[Effect of the Invention] As explained above, while being able to aim at improvement in a throughput according to



invention according to claim 1, it is effective in the ability to prevent the fall of the superposition precision resulting from heat deformation of a mask.

[0052] moreover -- while being able to aim at improvement in a throughput according to invention according to claim 2 -- highly precise -- the image formation property of a projection optical system -- an amendment -- it is effective in things being made

[0053] moreover, the fall of the superposition precision which according to invention according to claim 3 can aim at improvement in a throughput and originates in heat deformation of a mask -- it can prevent -- moreover -- highly precise -- the image formation property of a projection optical system -- an amendment -- there is an outstanding effect which is not in the former that things are made

[0054] Moreover, according to invention according to claim 4, it is effective in the ability to simplify an equipment configuration.

---

[Translation done.]

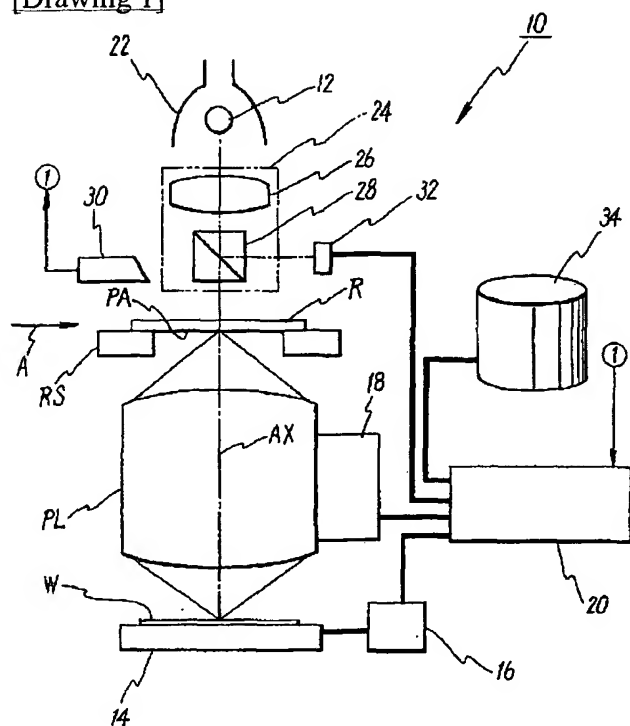
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 1]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-148228

(43)公開日 平成9年(1997)6月6日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027			H 0 1 L 21/30	5 1 6 A
G 0 3 F 7/20	5 2 1		G 0 3 F 7/20	5 2 1
9/00			9/00	H
9/02			9/02	H
			H 0 1 L 21/30	5 1 6 D

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 7 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平7-322129

(22)出願日 平成7年(1995)11月16日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 田中 康明

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

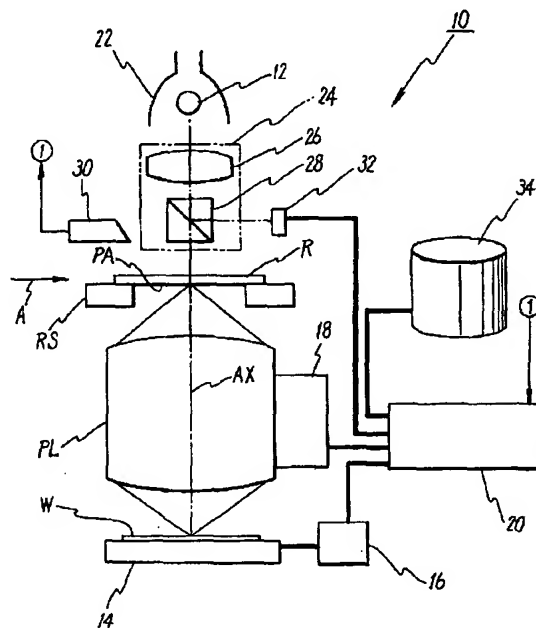
(74)代理人 弁理士 立石 篤司 (外1名)

(54)【発明の名称】 露光装置

(57)【要約】

【課題】 スループットの向上を図るとともにマスクの熱変形に起因する重ね合わせ精度の低下を防止する。

【解決手段】 レチクルRのパターン領域PAの透過率に関連する物理量の情報(例えば、膨張率)を予め計測して記憶装置34に記憶しておき、主制御装置20では、露光に使用するレチクルR上にバーコードで記録された識別情報をリーダ30で読みとって、この識別情報に対応するレチクルの膨張率の情報を記憶装置34から取り出し、この情報と測定された露光光の光量とに基づいてレチクルの膨張量を演算して倍率調整機構18により投影レンズPLの倍率を補正する。このため、レチクルRの交換の度毎に透過率等を測定する必要がなく、その分スループットが向上すると共に重ね合わせ精度や線幅精度の低下が防止される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 露光光によりマスクを照明し、マスクに形成されたパターンを投影光学系を介して感光基板上に転写露光する露光装置であって、

前記マスクに照射される前記露光光の光量を測定する光量測定器と；前記マスク上の一部領域に設けられ、当該マスクの識別情報が記録された情報記録部と；前記識別情報を読み取る読取手段と；予め計測された複数のマスクのパターン領域の透過率に関連する物理量の情報を少なくとも含む情報が記憶された記憶手段と；前記投影光学系の結像特性を調整する結像特性調整手段と；前記読取手段により読み取られた識別情報に対応するマスクの情報を前記記憶手段から取り出し、この取り出した情報と前記光量測定器によって測定された光量とに基づいて当該マスクの膨張量を演算する演算処理手段と；前記演算処理手段により演算された膨張量に基づいてマスクの膨張に伴う倍率変動が補正されるように前記結像特性調整手段を制御する制御手段とを有する露光装置。

【請求項2】 前記演算処理手段に代えて、前記読取手段により読み取られた識別情報に対応するマスクの情報を前記記憶手段から取り出し、この取り出した情報と前記光量測定器によって測定された光量とに基づいて前記投影光学系の結像特性の照射変動量を演算する第2の演算処理手段が設けられ、

前記制御手段に代えて、前記第2の演算処理手段により演算された結像特性の照射変動量が補正されるように前記結像特性調整手段を制御する第2の制御手段が設けられたことを特徴とする請求項1に記載の露光装置。

【請求項3】 前記演算処理手段が、前記読取手段により読み取られた識別情報に該当するマスクの情報を前記記憶手段から取り出し、この取り出した情報と前記光量測定器によって測定された光量とに基づいて当該マスクの膨張量と前記投影光学系の結像特性の照射変動量とを演算し、

前記制御手段が、前記演算処理手段により演算された膨張量と前記投影光学系の結像特性の照射変動量とに基づいてマスクの膨張に伴う倍率変動と倍率及びフォーカスの照射変動とが補正されるように前記結像特性調整手段を制御することを特徴とする請求項1に記載の露光装置。

【請求項4】 前記情報記録部に予め計測された当該マスクのパターン領域の透過率に関連する物理量の情報が記録されていることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか一項に記載の露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、露光装置に係り、更に詳しくは半導体集積回路や液晶表示基板の製造のためのフォトリソグラフィ工程で用いられる露光装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】フォトリソグラフィ工程では、マスク（又はレチクル）の回路パターンを投影光学系を介して感光基板上に転写露光する露光装置が用いられている。従来、この種の露光装置においては、マスクのガラス部分の透過率は十分高く、パターン部分の吸収も小さいことから露光光を吸収することによるマスクの温度変化は無視できるものとして扱っていた。

【0003】その後、半導体の集積度アップによるパターンの微細化でマスクの膨張による寸法変化が相対的に大きくなって来たことや、高スループットの追求に伴う露光光のパワーアップによってマスクの温度変化自体が大きくなり、もはや無視できるレベルではなくなってきた。すなわち、マスクの熱膨張によりパターン領域が拡張し、回路パターンを何層も重ね合わせて露光する場合にマスクの熱変形により重ね合わせ精度が低下したり、線幅精度が低下することが問題となってきた。

【0004】このため、最近では、露光開始に先だって、マスク交換の度毎に、マスクの透過率を計測し、この計測結果を装置に入力し、装置内のコンピュータによりパターンの存在率及び熱膨張率を演算し、露光時にこの熱膨張率とマスクに対する照射光量とに基づいてマスクの膨張量を演算し、この膨張の影響がキャンセルされるように、投影光学系の倍率を補正することがなされている。

【0005】一方、この種の装置においては、予め実験等により、透過光量に対する投影光学系の結像面位置の変化（フォーカス変化）や倍率の変動といった光学特性（結像特性）の変化の関係を求め、所定の照射変動モデル式（通常一時遅れ系が用いられる）における係数を決定していた。また、マスクを露光装置にセットした状態で、露光を開始するのに先だって、光源からマスクへ照射される光量と投影光学系を透過する光量とをそれぞれ測定し、その関係（両者の比）を求めていた。そして、露光時には、光源からマスクへ照射される光量をモニタすることによって前記の光源からマスクへ照射される光量と投影光学系を透過する光量との関係に基づき投影光学系に照射される光量（マスクを透過する光量）を算出し、この光量を用いて上記照射変動モデル式に従って結像特性（倍率等）の照射変動量を計算し、これを補正することがなされていた。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来技術にあっては、マスクの熱変形に起因する重ね合わせ精度の低下等を防止するため、マスクの交換の度毎に透過率の計測等を行っていたことから、透過率の計測に時間が掛かり、その分スループットが低下するという不都合があった。また、マスクの交換の度毎にこの計測結果をオペレータが手作業にて入力していたことから、入力ミスにより倍率誤差、重ね合わせ不良等を招く

おそれもあった。

【0007】また、最近では解像力と焦点深度とを向上させる観点から、マスク上の回路パターンの種類に応じて照明条件を変更することがなされているが、照明条件を変更すると、光源からマスクに照射される光量と投影光学系を透過する光量との関係が変化するため、マスクの交換毎に最適な照明条件に合わせて、光源からマスクに照射される光量と投影光学系を透過する光量との関係を計測し直さなければならないという問題点があった。

【0008】さらに、投影光学系の透過光量の計測のためには、露光フィールド全体をカバーするようなセンサが必要となるため、露光フィールドの拡大が進むにつれてセンサが大型化し、設置場所の確保が困難になるとともにセンサの面内の感度ばらつきが大きくなり計測精度が低下するという不都合もあった。

【0009】本発明は、かかる従来技術の有する不都合に鑑みてなされたもので、その目的は、スループットの向上を図ることができるとともにマスクの熱変形に起因する重ね合わせ精度の低下を防止することができる露光装置を提供することにある。

【0010】また、本発明の別の目的は、スループットの向上を図ることができるとともに高精度に投影光学系の結像特性を補正することができる露光装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、露光光によりマスクを照明し、マスクに形成されたパターンを投影光学系を介して感光基板上に転写露光する露光装置であって、前記マスクに照射される前記露光光の光量を測定する光量測定器と；前記マスク上の一部領域に設けられ、当該マスクの識別情報が記録された情報記録部と；前記識別情報を読み取る読取手段と；予め計測された複数のマスクのパターン領域の透過率に関連する物理量の情報を少なくとも含む情報が記憶された記憶手段と；前記投影光学系の結像特性を調整する結像特性調整手段と；前記読取手段により読み取られた識別情報に対応するマスクの情報を前記記憶手段から取り出し、この取り出した情報と前記光量測定器によって測定された光量とに基づいて当該マスクの膨張量を演算する演算処理手段と；前記演算処理手段により演算された膨張量に基づいてマスクの膨張に伴う倍率変動が補正されるように前記結像特性調整手段を制御する制御手段とを有する。

【0012】これによれば、読取手段によってマスク上の情報記録部に記録された識別情報が読み取られ、また、光量測定器によってマスクに照射される露光光の光量が測定される。演算処理手段では、読取手段により読み取られた識別情報に対応するマスクの情報を記憶手段から取り出し、この取り出した情報と光量測定器によって測定された光量とに基づいて当該マスクの膨張量を演

算する。そして、制御手段では、演算処理手段により演算された膨張量に基づいてマスクの膨張に伴う倍率変動が補正されるように結像特性調整手段を制御する。これによって、結像特性調整手段によりマスクの膨張に伴う倍率変動が補正される。

【0013】このように本発明によれば、マスクのパターン領域の透過率に関連する物理量の情報を少なくとも含む情報を予め計測して記憶しておき、露光時に露光に使用するマスク上の情報記録部に記録された識別情報を読みとって、この識別情報に対応するマスクのパターン領域の透過率に関連する物理量の情報を記憶手段から取り出し、この情報と測定された露光光の光量とに基づいてマスクの膨張量を演算するようにしたことから、マスクの交換の度毎に透過率等を測定する必要がなくなり、その分スループットが向上すると共に、演算されたマスクの膨張量に基づいてマスクの膨張に伴う倍率変動を補正するようにしたことから、重ね合わせ精度や線幅精度の低下が防止される。

【0014】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の露光装置において、前記演算処理手段に代えて、前記読取手段により読み取られた識別情報に対応するマスクの情報を前記記憶手段から取り出し、この取り出した情報と前記光量測定器によって測定された光量とに基づいて前記投影光学系の結像特性の照射変動量を演算する第2の演算処理手段が設けられ、前記制御手段に代えて、前記第2の演算処理手段により演算された結像特性の照射変動量が補正されるように前記結像特性調整手段を制御する第2の制御手段が設けられたことを特徴とする。

【0015】これによれば、第2の演算処理手段では、読取手段により読み取られた識別情報に対応するマスクの情報（透過率に関連する物理量の情報）を記憶手段から取り出し、この取り出した情報と光量測定器によって測定された光量とに基づいて前記投影光学系の結像特性の照射変動量を演算する。そして、第2の制御手段では、演算処理手段により演算された結像特性の照射変動量が補正されるように前記結像特性調整手段を制御する。これによって、結像特性調整手段により結像特性の照射変動量が補正される。

【0016】従って、請求項1に記載の発明と同様に、マスクの交換の度毎に透過率等を測定する必要がなくなり、その分スループットが向上すると共に、演算結果に応じて結像特性の照射変動量を補正するようにしたことから、高精度に結像特性が補正される。また、透過率等を予め測定していることから、この計測のためのセンサが不要になり、装置構成を簡略化することができる。

【0017】請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の露光装置において、前記演算処理手段が、前記読取手段により読み取られた識別情報に該当するマスクの情報を前記記憶手段から取り出し、この取り出した情報と前記光量測定器によって測定された光量とに基づいて当該



マスクの膨張量と前記投影光学系の結像特性の照射変動量とを演算し、前記制御手段が、前記演算処理手段により演算された膨張量と前記投影光学系の結像特性の照射変動量とに基づいてマスクの膨張に伴う倍率変動と倍率及びフォーカスの照射変動とが補正されるように前記結像特性調整手段を制御することを特徴とする。

【0018】これによれば、請求項1に記載の発明と同様に、マスクの交換の度毎に透過率等を測定する必要がなくなり、その分スループットが向上すると共に、演算されたマスクの膨張量と投影光学系の結像特性の照射変動量とに基づいてマスクの膨張に伴う倍率変動と倍率及びフォーカスの照射変動とを補正するようにしたことから、重ね合わせ精度や線幅精度の低下が防止されると共に高精度に倍率及びフォーカスが補正される。

【0019】請求項4に記載の発明は、請求項1ないし3のいずれか一項に記載の露光装置において、前記情報記録部に予め計測された当該マスクのパターン領域の透過率に関連する物理量の情報が記録されていることを特徴とする。

【0020】これによれば、読取手段によって情報記録部に予め計測された当該マスクのパターン領域の透過率に関連する物理量の情報を直接読み取ることができるので、記憶手段が不要となり、装置構成が簡略化される。この場合、情報記録部は、マスク上の小面積の領域に多くの情報を記録できることが望ましく、かかる点から情報記録部を磁気記録媒体や、光磁気記録媒体等により構成することが望ましい。

【0021】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図1に基づいて説明する。

【0022】図1には、一実施例に係るステップアンドリピート方式の露光装置10の構成が概略的に示されている。この露光装置10は、光源12を含む照明系と、マスクとしてのレチクルRが載置されるレチクルステージRSと、レチクルRのパターン面PAの回路パターンを感光基板としてのウエハW上に所定の縮小倍率で投影露光する投影光学系PLと、ウエハWが搭載されたウエハステージ14と、ウエハステージ14の駆動系16と、投影光学系PLの倍率を調整する倍率調整機構18と、駆動系16、倍率調整機構18等を始めとして装置全体を統括的に制御する主制御装置20とを備えている。

【0023】前記照明系は、水銀ランプから成る光源12と、楕円鏡22、照明光学系24とを備えている。照明光学系24は、図では単一のレンズ26とビームスプリッタ28とを含んで構成されているが、実際には、フライアイレンズ、リレーレンズ、コンデンサレンズ等の各種レンズを含み、図ではこれらのレンズがレンズ26で代表的に示されている。この他、不図示のシャッタ、視野絞り、ブラインド等をも備えている。従って、光源

12から発せられた露光光は楕円鏡22で第二焦点に集光された後、照明光学系24を通る間に光束の一様化、スベクルの低減化等が行なわれ、照明光としてレチクルRのパターン領域PAを照明する。

【0024】ビームスプリッタ28は、実際には、照明光学系26の内部、例えば、不図示のシャッタとフライアイレンズとの間に配置されており、このビームスプリッタ28によって取り出された一部の露光光の光量が光量測定器としての光電検出器32によって検出されるようになっている。この光電検出器32の検出値は、主制御装置20に入力され、後述するレチクルRの膨張量、投影光学系PLの結像特性の変動量の算出の基礎とされる。

【0025】レチクルステージRSは、不図示の駆動系により水平面内で微動可能に構成され、このレチクルステージRS上に、レチクルRが保持されている。レチクルRのパターン面PAには、回路パターンが描画されており、また、このレチクルRのパターン面PAと反対側の面のパターン領域外には、図示しない当該レチクルRの識別情報が記録された情報記録部、例えばバーコードが設けられている。

【0026】これに対応してレチクルRの搬送路上には、前記識別情報を読み取る読取手段としてのバーコードリーダ30が配置されており、レチクルRが不図示のレチクルカセットから矢印Aで示されるようにレチクルステージRS上に搬送される間に、バーコードリーダ30によってレチクルR上に設けられたバーコードの情報が読み取られるようになっている。そして、この読み取られたレチクルRの識別情報が主制御装置20に入力されるようになっている。

【0027】前記投影光学系PLは、光軸AXを共通にする当該光軸AX方向に沿って所定間隔で配置された複数枚のレンズエレメント（いずれも図示せず）とこれらのレンズエレメントを保持する鏡筒とを備えている。

【0028】前記倍率調整機構18は、投影光学系PLを構成する所定位置にあるレンズエレメント相互間の気密室の圧力を変更することにより、気密室内の気体の屈折率を変更して投影光学系PLの倍率を調整するようになっている。この倍率調整機構18により圧力が調整される気密室は、例えば他のレンズエレメントに比べて倍率への影響が大きいレチクル寄りのレンズエレメント相互間に設けられる。

【0029】ウエハステージ14は、駆動系16によって、水平面内で2次元方向に駆動されるとともに、光軸AX方向に微小駆動されるようになっている。ウエハステージ14の2次元方向の位置は、不図示のレーザ干渉計により常時計測されており、このレーザ干渉計の出力が主制御装置20によってモニタされている。

【0030】主制御装置は、CPU、ROM、RAM等を含むマイクロコンピュータ（又はミニコンピュータ）

から成り、この主制御装置20には記憶手段としてのディスク装置34が接続されている。このディスク装置34内には、少なくとも次のような情報が記憶(格納)されている。

【0031】① 予め不図示のレチクル検査装置により計測された複数のレチクルRの回路パターン領域の平均透過率と、この平均透過率に関連する物理量である照射光量の積分値に対する膨張率と、これらに対応するレチクル識別情報(例えば識別番号)とから成るデータテーブル。

【0032】ここで、照射光量の積分値に対する膨張率は、厳密には実際の露光時とほぼ等しい照明条件下における照射光量とレチクル温度の対時間変化率と、照射を止めた場合のレチクル温度の対時間変化率、及びこれら温度変化によるレチクルの膨張率を予め実際に計測して求めることが望ましい。

【0033】また、最近ではレチクル上のパターンの種類により露光装置の照明条件を切替えることが行なわれているが、透過率計測の際には、実際の露光時と合わせた照明条件にて計測することが望ましい。

【0034】② 予め実験により求められた投影光学系PLの倍率、フォーカスの照射変動特性に基づいて定められた倍率、フォーカスの照射変動量の計算式(この計算式には、当然照射光量がパラメータとして含まれる)。

【0035】次に、上述のようにして構成された本実施例の露光装置10による露光時の結像特性の補正動作について説明する。

【0036】ここでは、前提としてウエハステージ14の光軸AX方向位置は、フォーカス補正の基準となる位置に設定されているものとする。

【0037】光源12から照射される光は照明光学系24を通る間にその一部がビームスプリッタ28によって分割され光電検出器32に入射し、残りはレチクルRに照射される。光電検出器32で検出された光量値は、主制御装置20に入力される。ここで、露光が開始されるときには、レチクルステージRS上に載置されたレチクルRの識別情報はバーコードリーダ30により既に読み取られ、この読み取られた識別情報(例えば、識別番号)は、主制御装置20のRAM内に既に格納されている。

【0038】主制御装置20内CPUでは、光電検出器32の出力と既知のビームスプリッタ28の分割比とに基づいて、実際にレチクルRに照射される光量を求める。また、主制御装置20内CPUではディスク装置34内に記憶されたデータテーブルからRAM内の識別情報に対応するレチクルへの照射光量の積分値に対する膨張率の情報と、平均透過率の情報とを読み出す。そして、上記のレチクルRに照射される光量と読み出した照射光量の積分値に対する膨張率とに基づいてその時点で

のレチクルRの膨張量を計算し、設計値に対する比を求める。この値の逆数を投影光学系PLの第1の倍率補正量として決定する。

【0039】また、主制御装置20内CPUでは、上で求めた実際にレチクルRに照射される光量と読み出した平均透過率とに基づいて投影光学系PLへの入射光量を計算する。次に、この入射光量を用いて前記倍率とフォーカスの照射変動量の計算式に基づいて倍率、フォーカスの照射変動量を演算し、これらを補正するための第2の倍率補正量、フォーカスの補正量を求める。

【0040】そして、主制御装置20内CPUでは、第1の倍率補正量と第2の倍率補正量との和を倍率調整機構18に指令値として与える。これにより、倍率調整機構18によって投影光学系PLの倍率が補正がされ、レチクルRの膨張の影響及び投影光学系PLが露光光を吸収することによる照射変動の影響がともにキャンセルされる。また、主制御装置20内CPUでは、上記のフォーカス補正量を駆動系16に与える。これにより、駆動系16によってウエハステージ14が光軸AX方向に駆動され、フォーカスの照射変動が補正される。

【0041】これまでの説明から明らかなように、本実施例では、主制御装置20の機能によって演算処理手段と制御手段とが実現されている。また、倍率調整機構とこれによってその内圧が調整されるレンズエレメント相互間の気密室(図示省略)とによって結像特性調整手段の一種である倍率調整手段が構成され、駆動系16とこれによって光軸方向位置が制御されるウエハステージ14とによって結像特性調整手段の一種であるフォーカス調整手段が構成されている。

【0042】以上説明したように、本実施例によると、レチクルRの膨張率、透過率を予め計測してディスク装置34に記憶しておき、露光時に使用するレチクルRに設けられた当該レチクルRの識別情報(バーコード)を読み取り、ディスク装置34内に記憶されている情報の中から読み取られた識別情報に対応するレチクルの膨張率、透過率を取り出してレチクルの膨張による倍率の補正量、投影光学系PLが露光光を吸収することによる倍率、フォーカスの補正量を算出し、これらの算出結果に基づいて倍率及びフォーカスを補正するようにしたので、レチクルの膨張率、透過率の計測をレチクル交換の度毎に行なう必要がなくなり、その分スループットの向上を図ることができる。また、レチクルを交換する毎に透過率等のデータを手作業にて入力する必要がなく、誤入力による補正の異常も生じない。また、レチクルの膨張率、透過率を露光装置外のレチクル検査装置で精密に計測することができ、露光装置毎に計測用のセンサを設ける必要がなく、装置構成の簡略化が図れるとともに、センサの感度ばらつきの影響を少なくすることができる。さらに、レチクルRの膨張に起因する倍率変動の補正が行なわれるのでレチクルRの膨張に起因する重ね合

わせ精度の低下等を防止することができ、投影光学系の照射変動による倍率、フォーカスを高精度に補正した露光が可能となる。

【0043】なお、上記実施例においては、レチクルRのパターン領域の透過率の他に、照射光量の積分値に対する膨張率を予め計測してこれらを基礎データとしてディスク装置34内に記憶する場合を例示したが、レチクルの膨張率はパターン領域内のパターンの存在率に比例すると考えても大きな支障はなく、また、存在率は透過率が既知であれば演算で求められるので、必ずしも膨張率と透過率を予め基礎データとして保有する必要はない。すなわち、透過率又はこれに関連する物理量の一つを予め実験等により求め、これを基礎データとして保有しておけば、透過率、膨張率の両者を演算により求めることは可能だからである。

【0044】また、上記実施例においては、レチクルの膨張に伴う倍率の補正とともに投影光学系PLが露光光を吸収することによる倍率、フォーカス等の結像特性をも補正する場合を例示したが、本発明はこれに限定されるものではなく、レチクルの膨張に伴う倍率の補正のみを行なうようにしても良い。かかる場合であっても、レチクルの膨張に起因する重ね合わせ精度の低下を防止することができる。あるいは、投影光学系PLが露光光を吸収することによる倍率、フォーカス等の結像特性のみを補正するようにしても良い。かかる場合には、主制御装置20が、読み取り手段によって読み取られた識別情報に対応するレチクルの情報をディスク装置34から取り出し、この取り出した情報と照射光量とに応じて投影光学系PLの結像特性の照射変動量を演算する第2の演算処理手段と、この演算された結像特性の照射変動量が補正されるように倍率調整機構18と駆動系16とを制御する第2の制御手段とを、構成することになる。

【0045】なお、上記実施例では、レチクルR上にレチクルの識別情報が記録された情報記録部としてのバーコードを設け、このバーコードを読み取ることによりレチクルの識別情報を読み取り、この識別情報に対応するレチクルの透過率等の情報をディスク装置34内から取り出して、所定の演算・処理を行なう場合を例示したが、例えば、レチクルR上の情報記録部を、例えば磁気記録媒体にて形成すれば、この情報記録部にレチクルの識別情報とともにあるいはこれに代えてパターンの透過率に関連する物理量を直接的に記録することが可能となり、このパターンの透過率に関連する物理量を読み取り手段としての磁気ヘッドで読み取るようにすれば、ディスク装置34等の記憶手段が不要になる。

【0046】また、上記実施例では1台の露光装置が記憶手段としてのディスク装置を1台保有する場合を例示したが、複数台の露光装置が1台のディスク装置等の記憶手段を共有するようにしてもよい。

【0047】さらに、上記実施例中で、透過率計測の際

には、実際の露光時と合わせた照明条件にて計測することが望ましいと説明したが、この透過率計測の際の露光条件をもディスク装置内の各レチクルの情報として記憶させ、識別情報に基づいて対応するレチクルの情報を読み出した際にこの露光条件の情報をも併せて読み出し、これを露光条件の切替え設定に利用するようにしてもよい。

【0048】なお、上記実施例では、本発明が適用されたステップアンドリピート方式の露光装置について例示したが、本発明の適用範囲がこれに限定されるものではなく、いわゆるステップアンドスキャン（スリットスキャン）方式等の走査型露光装置にも本発明は適用できる。このステップアンドスキャン方式の露光装置に本発明を適用する場合には、上記実施例と同様に回路パターン領域の平均透過率を採用することも可能であるが、より高精度に結像特性の補正を行なう場合には、パターンの配置によってレチクルの走査と共に透過率に変化していくことがあるので、レチクル位置の関数としての透過率を採用することが望ましい。

【0049】このように、ステップアンドスキャン方式で透過率をレチクル位置の関数として扱う場合には、レチクルを順次移動させながらその位置と共に透過率を記録する必要があり、かかる計測には時間がかかるが、予め透過率等を露光装置外で計測してメモリに記憶しておくことにより、露光時にこの計測を省略してその分スループットを向上させようとする本発明の効果は、スリットスキャン方式の場合により一層大きくなる。

【0050】また、上記実施例のような一括露光装置では、レチクルの全面が同時に露光光によって照射されるため、全体を均一な膨張率で扱い投影光学系の倍率を変化させることによって補正するが、ステップアンドスキャン方式の露光装置ではレチクルの一部が順次照射を受けるため膨張率はレチクル位置の関数にすることが望ましく、かかる場合には、レチクル位置に応じて投影光学系の倍率を変化させるとともにその時の倍率に応じてレチクルと感光基板との相対走査速度を変化させることによってレチクルの寸法変化の影響を補正する手法が採用できる。

【0051】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に記載の発明によれば、スループットの向上を図ることができるとともにマスクの熱変形に起因する重ね合わせ精度の低下を防止することができるという効果がある。

【0052】また、請求項2に記載の発明によれば、スループットの向上を図ることができるとともに高精度に投影光学系の結像特性を補正することができるという効果がある。

【0053】また、請求項3に記載の発明によれば、スループットの向上を図ることができ、マスクの熱変形に起因する重ね合わせ精度の低下を防止することができ、

しかも高精度に投影光学系の結像特性を補正することができるという従来にない優れた効果がある。

【0054】また、請求項4に記載の発明によれば、装置構成を簡略化することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】一実施例に係る露光装置の概略構成を示す図である。

【符号の説明】

10 露光装置

14 ウエハステージ（結像特性調整手段の一部）

16 駆動系（結像特性調整手段の一部）

18 倍率調整機構（結像特性調整手段の一部）

20 主制御装置（演算処理手段、制御手段）

30 バーコードリーダ（読取手段）

32 光電検出器（光量測定器）

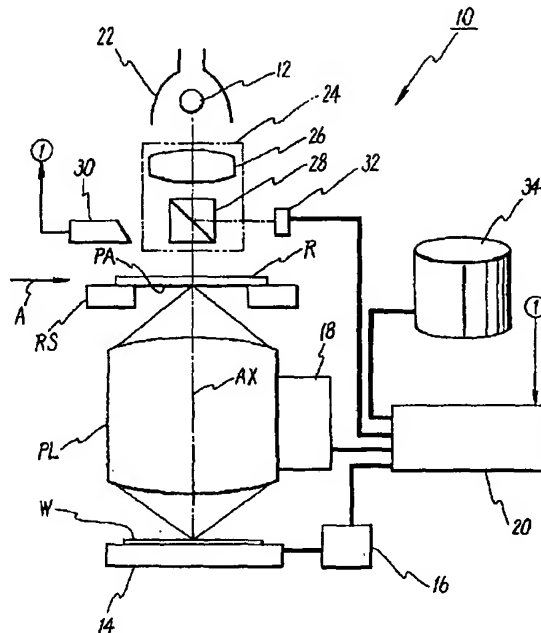
34 ディスク装置（記憶手段）

R レチクル（マスク）

PL 投影光学系

W 感光基板

【図1】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

H01L 21/30

技術表示箇所

516C